

0-497338

На правах рукописи



ЧЕРНЯК ИЛЬЯ САМУИЛОВИЧ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В
ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ РЕГИОНА**

Специальность: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством
(управление инновациями)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Иркутск – 2012

Работа выполнена на кафедре управления промышленными предприятиями
Иркутского государственного технического университета

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Семенов Михаил Алексеевич

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор
Лукьянчикова Наталья Петровна;
кандидат экономических наук, доцент
Чебунин Виктор Петрович

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Байкальский государственный
университет экономики и права»

Защита состоится 21 февраля 2012 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета ДМ 212.073.08 в Иркутском государственном техническом университете по адресу: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, корпус «К», конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный технический университет», с авторефератом на официальном сайте университета www.istu.edu.

Отзывы на автореферат отправлять по адресу: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, ученому секретарю диссертационного совета ДМ 212.073.08.

Автореферат разослан «20» января 2012 г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КФУ



0000741314

Ученый секретарь диссертационного
совета, кандидат экономических наук,
профессор

И.М. Берегова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Современное состояние российской энергетики можно кратко охарактеризовать следующим образом: механизмы, сформировавшиеся с начала 90-х годов, и факторы роста изжили себя. Главные факторы, негативно влияющие на состояние ТЭК – угрожающий износ основных производственных фондов, отсутствие стимулов для серьезных инвестиций, замедление темпов прироста сырьевой базы, нерациональная структура топливно-энергетического баланса, деформированная ценовая политика в ТЭК, неоправданно высокая энергоемкость экономики.

Основу теплоснабжения в РФ составляют системы централизованного теплоснабжения. Их доля в структуре производства тепловой энергии составляет 73%. Сегодня работает около 585 теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), более 3000 котельных производительностью выше 20 Гкал/ч и ряд прочих источников тепла (ИТ).

Сфера децентрализованного теплоснабжения, производящая 27% тепла, включает 63 тысячи котельных единичной тепловой мощностью менее 20 Гкал/ч и не менее 12 млн. автономных (индивидуальных) генераторов тепла. В целом их теплотехнические и экономические показатели, за исключением новых типов автономных теплогенераторов на газе, значительно уступают эффективности крупных котельных.

Рост масштабов систем централизованного теплоснабжения в стране долгое время не сопровождался соответствующим повышением их технического и организационного уровня. Схемные и конструктивные решения в ТЭС остаются фактически неизменными со времени создания небольших по масштабам и простых по структуре систем. Не соответствует, в достаточной мере, современным требованиям уровень проектирования и строительства тепловых сетей. Медленно внедряются прогрессивные конструкции и промышленные методы прокладки теплопроводов.

Тепловая энергетика в настоящий момент функционирует фактически без какой-либо системы долгосрочного планирования развития. Назрела жизненная необходимость решения проблемы стратегического планирования, внедрения принципов риск-менеджмента, а также внедрения передовых инновационных технологий.

Изложенные обстоятельства определяют актуальность проведения исследований в области теории и практики обновления производственных объектов теплоэнергетики, разработки новых подходов к проблеме инновационного обновления оборудования.

Степень разработанности темы

Теоретические и методические положения тепловой энергетики, энергетической безопасности, выделяются труды известных отечественных ученых, как Л.И. Абалкин, А. Архипов, А.А. Беляев, А.Д. Бурькин, А. Городецкий, Г.В. Гутман, Э.М. Коротков, В.К. Сенчагов, Л.Г. Окорокова, Е.А. Олейников, А.И. Татаркин и ряда других. Значительный вклад в развитие теории и практики энергетической безопасности внесли В.В. Бушуев, Н.И. Воропай, Л.Д. Ги-

тельман, Т.Г. Дзалаев, А.М. Карякин, Э.М. Косматов, А.А. Куклин, А.М. Мас-тепанов, Л.Б. Меламед, Л.А. Мелентьев, В.В. Морозов, А.Л. Мызин, А.С. Некрасов, В.Р. Огороков, Б.Е. Ратников, В.А. Савельев, Б.Г. Санеев, А.Д. Соколов, В.А. Стенников, В.Н. Чурашова, Н.И. Цветков, и др.

Однако, несмотря на значительный объем выполненных научных и практических работ посвященных развитию тепловой энергетики, существует ряд проблем, которые сформировались в результате перестройки экономики страны, мирового финансового и экономического кризиса, ее инновационного развития.

Цели исследования заключается в разработке научно-обоснованного подхода к управлению инновационными процессами развития теплотехники региона.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1) исследовать техническое и экономическое состояние теплотехники в стране и регионе;

2) изучить необходимость и возможность внедрения риск-менеджмента, как определяющей теории управления в процессе инновационной модернизации теплотехники;

3) определить основные направления модернизации теплотехники региона, обеспечивающие значительное повышение эффективности процессов развития тепловых сетей за счет использования и внедрения инновационных технологий и методов производства, транспортировки и распределения тепловой энергии;

4) наметить пути модернизации всех тепловых источников энергии, которая должна обеспечить не только замену оборудования выработавшего свой ресурс, но и существенно повысить их КПД за счет инновационных технологий (в первую очередь котельных, находящихся в муниципальной собственности);

5) разработать механизмы оценки основных рисков процессов теплоснабжения и пути по их снижению в соответствии с принципами риск-менеджмента.

Область исследования соответствует Паспорту научной специальности ВАК 08.00.05 – «Экономика и управление народным хозяйством (управление инновациями)»: п. 2.2. Разработка методологии и методов оценки, анализа, моделирования и прогнозирования инновационной деятельности в экономических системах, п. 2.27. Структура, идентификация и управление рисками инновационной деятельности на разных стадиях жизненного цикла инноваций.

Объектом исследования являются теплоснабжающие системы (ТСС) (источники, тепловые сети), структура их построения и перспективные технологии, обеспечивающие инновационное реформирование систем при существенном повышении эффективности и надежности тепловых сетей.

Предметом исследования являются разрабатываемые подходы к решению задач инновационной реконструкции тепловых сетей с использованием методов математической статистики, линейного программирования, риск-менеджмента.

Методологической основой работы послужили теоретические исследования отечественных и зарубежных ученых, занимающихся изучением проблем обеспечения экономической и энергетической безопасности.

Методы исследования. В диссертации использованы методы экономико-математического моделирования, сравнения, статистических группировок, прогнозирования.

Информационную базу исследований представляют законодательные и нормативные акты органов государственной власти, статистические материалы федеральных и региональных органов статистики, данные монографических исследований и периодических изданий, материалы РАО «ЕЭС России», ОАО «Иркутскэнерго», ОАО «СУЭК», ВСЖД, ОАО «АНХК».

Научная новизна исследования заключается в следующем:

1) предложена экономико-организационная модель энергопарка Иркутской области, основанная на принципах инновационного менеджмента;

2) обосновано направление инновационной модернизации объектов теплоэнергетики на основе использования альтернативного топлива для реформируемых котельных на базе формальной модели, учитывающей экономические, социальные, экологические и энергетические аспекты;

3) разработана экономико-математическая модель «цена риска аварий», позволяющая определить цену риска аварий тепловых сетей, как для теплоэнергетической компании, так и для потребителей тепловой энергии;

4) на основе модели «цена риска аварий» разработаны и апробированы экономико-математические модели для формирования инновационных программ капитального ремонта и реконструкции объектов теплоснабжения.

5) экономически обосновано внедрение комплекса инновационных технологий повышения надежности работоспособности котельных и тепловых сетей региона за счет внедрения: метода термодинамической воды; стабилизаторов давления в тепловых сетях; пенополиуретановой изоляции для трубопроводов тепловых сетей; АСУ технологических процессов транспортировки и распределения тепловой энергии между потребителями.

Обоснованность и достоверность выводов и результатов. Обоснованность результатов диссертационного исследования определена использованием признанных теоретических методов исследования и подтверждается их внедрением в практику хозяйственной деятельности (о чем свидетельствуют акты внедрения).

Научные положения и выводы, сформулированные в ходе диссертационного исследования, отражены в девятнадцати работах, обсуждены на четырех конференциях.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что разработанные практические мероприятия имеют прикладное значение для деятельности хозяйствующих субъектов промышленности и ЖКХ, которые позволяют повысить качество, надежность и безопасность теплоснабжения населения и экономики в любом регионе.

Материалы исследования используются на кафедре «Управление промышленными предприятиями» Национального исследовательского Иркутского го-

сударственного технического университета при чтении лекций и практических занятий по дисциплинам: «Логистика» и «Производственная логистика», «Производственный менеджмент», «Маркетинг».

Теоретические и методические рекомендации могут быть использованы при подготовке специалистов с высшим образованием по специальностям: «Экономика энергетики», «Организация производства на предприятиях энергетики».

Апробация и внедрение результатов выполненного исследования. Основные теоретические и практические положения диссертации были апробированы на конференциях Национального исследовательского Иркутского государственного технического университета 22-23 марта 2007 г., 19-21 марта 2008 г., в марте 2010 г. и 14-15 апреля 2011 г.

Результаты исследования были апробированы, внедрены и применяются в следующих проектах и организациях:

1. Программа ремонта и реконструкции объектов тепловой энергетики с использованием экономико-математических моделей линейного программирования г. Иркутска 2008 г.

2. Программа ремонта и реконструкции объектов тепловой энергетики с использованием экономико-математических моделей линейного программирования Иркутской области. Министерство жилищной политики, энергетики, транспорта и связи Иркутской области 2011г. Ожидаемый экономический эффект составит 65 миллионов руб.

Структура и содержание работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка используемой литературы и приложений. Основной текст занимает 187 стр. машинописного текста и содержит 20 таблиц, 41 рисунок, 3 приложения. Список используемой литературы включает 205 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность выбранной темы исследования, охарактеризована степень исследованности проблем, определены цель и задачи исследования, раскрыта научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе «Основные риски развития тепловой энергетики» раскрыто рисковое состояния тепловой энергетики России. Проанализированы технологические, экономические риски эксплуатации объектов теплоэнергетики, а также структурный риск дисбаланса объемов производства и потребления. Дана оценка потенциала энергоэффективности общей характеристикой тепловых сетей, показом потери тепловой энергии в тепловых сетях. Анализируются региональные риски тепловой энергетики в Иркутской области с демонстрацией износа фондов и отсутствием развития тепловой энергетики.

Во второй главе «Интегрирование риск-менеджмента в промышленную безопасность объектов тепловой энергетики» представлены основные понятия и методы управления рисками. Определены области применения анализа риска в процессе обеспечения безопасности объектов тепловой энергетики.

В третьей главе «Управление рисками внедрения инновационных моделей и технологий модернизации теплоэнергетических объектов Иркутской области». Выделяется разработка и создание системы стратегического развития ТЭК. Анализируются направления модернизации объектов производства пара и горячей воды, пути повышения надежности работоспособности котельных и тепловых сетей. Определены особенности применения трубопроводов тепловых сетей в ППУ, а также управления технологическими процессами распределения и транспортировки тепловой энергии.

В заключении изложены основные выводы, направленные на совершенствование работы объектов теплообеспечения по обеспечению устойчивости и безопасности обслуживания населения, а также промышленности.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Проведен анализ интегрирования риск-менеджмента в промышленную безопасность объектов тепловой энергетики.

В целях, определенных предметом настоящего диссертационного исследования, автором выполнен анализ, результаты которого приводят к выводам: В настоящее время наблюдается тенденция внедрения риск-менеджмента во многих крупных Российских организациях для повышения обеспечения промышленной безопасности. Предприятия, эксплуатирующие опасные производственные объекты (ОПО), сталкиваются с различными событиями, которые создают эффект неопределенности – риск. Анализ внедрения риск-менеджмента в промышленную безопасность объектов тепловой энергетики выполнен автором на основании матричной модели оценки как вероятности наступления события риска при одновременной оценке последствия события.

В российском риск-менеджменте, в условиях сложной социально-экономической ситуации, значительное внимание уделяется вопросам производственных рисков и промышленной безопасности.

Так на предприятиях теплоэнергетического комплекса существует большое количество технологического оборудования, в котором обращаются разнообразные химические вещества, что таит в себе серьезные техногенные опасности для населения и окружающей среды: токсическая опасность, пожаро- и взрывоопасности.

Выполненный автором анализ показывает, что внедрение риск-менеджмента и его интеграции с основными процессами управления позволяет предприятиям оценивать и управлять рисками, что является ключевым моментом системы инновационного менеджмента, именно в теплоэнергетике.

2. Разработана экономико-математическая модель оценки риска аварий тепловых сетей, как элемента внедрения риск-менеджмента в промышленную безопасность объектов тепловой энергетики.

На современном этапе развития теплоснабжения самым слабым звеном всей цепи являются тепловые сети и в первую очередь это связано с ненадежностью применяемых конструкций теплопроводов. Это в равной степени относится к канальным и бесканальным прокладкам теплопроводов, но в большей

степени к бесканальным прокладкам, протяженность которых в последнее время возросла и продолжает увеличиваться, что связано с меньшими трудозатратами при строительстве, а также, в ряде случаев, с меньшими первоначальными капитальными затратами. В табл. 1 приведены данные об аварийности трубопроводов в системе Иркутскэнерго.

Таблица 1

**Расчет вероятности аварий в зависимости от диаметра трубопровода
(на основе фактических данных)**

№	Диаметр трубопровода	Длина км. (надзем.)	Длина км. (подзем.)	Кол. поврежд. 2009 г.	Уд.повр. шт./км	Вероят. аварий
1	до 200	0.61	101,18	219	1,96	0,4
2	200	0.34	15,69	153	9,18	0,3
3	250	1.45	10,19	65	5,32	0,12
4	300	2.83	4,82	61	7,11	0,11
5	350	1.72	6,24	3	0,2	0,0004
6	400	0.00	13,12	34	2,36	0,061
7	450	0.00	6,14	3	0,33	0,0004
8	500	2.52	16,24	2	0,05	0,0001
9	600	0.00	8,97	3	0,22	0,0004

Оценим экономические последствия риска аварий на ТС с помощью разработанной нами экономико-математической модели.

Вероятность (риск) повреждения конкретного r -го участка ТС, диаметром $d(r)$, длиной $l(r)$ и сроком эксплуатации $t(r)$ определим следующим образом:

$$P(d(r), l(r), t(r)) = P(i) \cdot P(j) \cdot l(r) / L(i), \quad (1)$$

где $P(i)$, $P(j)$, – вероятность аварии на трубопроводе данного диаметра $i = 1, 2, \dots, 14$, вероятность аварии в зависимости от срока эксплуатации $j = 1, 2, \dots, 6$ и $L(i)$ – общая длина трубопроводов данного диаметра в тепловой сети. Количество интервалов (значений) для i и j принято в соответствии с количеством интервалов по трубопроводам и сроку эксплуатации.

Потери от аварии на данном участке для компании реализующую тепловую энергию и ответственную за техническое состояние ТС составят:

$$\Pi(r) = Z(r) + Q(r) = z(r) \cdot tv(r) + q(r) \cdot tv(r) = (z(r) + q(r)) \cdot tv(r), \quad (2)$$

где $Z(r)$ – затраты на восстановление работоспособности, $Q(r)$ – потери от снижения потребления ТЭ и ГВ всеми потребителями, зависящими от работоспособности данного участка ТС, в течение всего срока восстановительных работ. $z(r)$ – удельные затраты выполнения ремонтно-восстановительных работ, $q(r)$ – удельные потери за счет отключения потребителей от горячего водоснабжения и отопления, $tv(r)$ – время ремонтно-восстановительных работ.

Тогда цена риска отказа r -го участка ТС может быть определена как:

$$A(r) = \Pi(r) \cdot P(d(r), l(r), t(r)). \quad (3)$$

Очевидно, что цена риска возникновения аварии во всей ТС будет равна сумме рисков на отдельных участках:

$$A_{tc} = \sum \Pi(r) \cdot P(d(r), l(r), t(r)), r=1, 2, \dots, m, \quad (4)$$

где m – общее число участков ТС диаметром $d(r)$ и сроком эксплуатации $t(r)$, причем $m \geq i, j$.

Определим теперь цену риска потребителей в случае аварии (прекращения подачи тепловой энергии и горячей воды) на r -м участке ТС.

Примем $G(r)$ – объём товарной продукции (тыс. руб./сутки) выпускаемый юридическими лицами при нормальном теплоснабжении через r -й участок. Причем, в случае возникновения аварии выпуск продукции на этих предприятиях прекращается.

Тогда, цена риска отказа r -го участка ТС для потребителя может быть определена как:

$$Ap(r) = G(r) \cdot P(d(r), l(r), t(r)). \quad (5)$$

Очевидно, что цена риска возникновения аварии во всей ТС для всех потребителей, технология которых жестко связана с надёжностью ТС, будет равна сумме рисков на отдельных участках:

$$Ap(tc) = \sum G(r) \cdot P(d(r), l(r), t(r)), r=1, 2, \dots, m, \quad (6)$$

в случае, когда прекращение теплоснабжения и подачи горячей воды ведет к заметным издержкам (потерям) у потребителей, последние могут предъявить иск на возмещение этих потерь. Тогда цена риска подобной аварии для компании, реализующей тепловую энергию и ответственной за техническое состояние ТС, составит:

$$\begin{aligned} A = Ap(tc) + Atc &= \sum G(r) \cdot P(d(r), l(r), t(r)) + \sum P(r) \cdot P(d(r), l(r), t(r)) = \\ &= (\sum G(r) + \sum P(r)) \cdot P(d(r), l(r), t(r)), r=1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (7)$$

Последние выражения позволяет прогнозировать затраты на возмещение ущерба от аварий в ТС и таким образом более надёжно формировать политику страхования рисков аварий в течение года, как для предприятий потребителей, населения, так и для поставщиков тепловой энергии.

Расчеты по этой модели показали, что экономический ущерб от аварий при внедрении риск-менеджмента может быть снижен в 4-5 раза

3. Разработаны экономико-математические модели инновационной модернизации объектов тепловой энергетики.

Экономико-математическая модель формирования программ капитального ремонта и реконструкции объектов теплоснабжения.

Задача определения оптимального перечня участков (отрезков) тепловых сетей, которые необходимо менять и ремонтировать в первую очередь во избежание значительных финансовых и социальных потерь, разрешается на основе разработанной нами математической модели. Эта модель позволяет минимизировать затраты по ремонту тепловых сетей. Расчет производится для такой совокупности i -х отрезков ТС, подлежащих перекладке, и j -х отрезков ТС, подлежащих ремонту, чтобы минимизировать функционал

$$F_1 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 - Z_5 - Z_6 \rightarrow \min(x_i, y_j); i = \overline{1, N}; j = \overline{1, M}, \quad (8)$$

где Z_1 – сумма потерь от крупных аварий на 100% изношенных сетях; Z_2 – сумма потерь от крупных аварий на неизношенных сетях; Z_3 – сумма потерь от аварий на 100% изношенных сетях; Z_4 – сумма потерь от аварий на неизношен-

ных сетях; Z_5 – сумма затрат/потерь от перекладки ветхих аварийных 100% изношенных сетей; Z_6 – сумма затрат/потерь от ремонта сетей, выработавших проектный ресурс.

Притом,

$$Z_1 = \sum_{i=1}^N \left((1 - \gamma_i) \cdot q_i \cdot V_i \right); \quad (9)$$

$$Z_2 = \sum_{j=1}^M \left((1 - \gamma_j) \left(q_j \cdot V_j \right) \right); \quad (10)$$

$$Z_3 = \sum_{i=1}^N (1 - \gamma_i) p_i (K_i \cdot S_i \cdot Q_i + T_i G_i); \quad (11)$$

$$Z_4 = \sum_{j=1}^M (1 - \gamma_j) p_j (T_j \cdot G_j + S_j \cdot K_j \cdot Q_j); \quad (12)$$

$$Z_5 = \sum_{i=1}^N \gamma_i \left((c_i \cdot x_i \cdot Q_i) + G_i \right); \quad (13)$$

$$Z_6 = \sum_{j=1}^M \gamma_j \left((c_j \cdot y_j \cdot Q_j) + G_j \right); \quad (14)$$

где $X(i)$ – длина i -го ($i = 1, \dots, N$) участка тепловых сетей (ТС), находящегося в ветхом, предаварийном состоянии, $C(i)$ – стоимость (цена, затраты) перекладки 1 км сетей в ветхом состоянии (величина $C(i)$ зависит как от диаметра трубопровода, так и от географии его расположения), $Q(i)$ – весовой коэффициент (вычисляется как отношение количества жителей, теплоснабжение которых находится в зависимости от состояния i -го участка, к общему числу жителей региона), $G(i)$ – объём товарной продукции (тыс. руб./сутки), выпускаемый юридическими лицами при нормальном теплоснабжении через i -й участок, T_i – период времени (в сутках), необходимый для перекладки (ремонта) i -го участка, $Y(j)$ – длина j -го отрезка ТС, подлежащий ремонту, выработавший свой ресурс (устранение течей, замена запорной арматуры и т.д.), $C(j)$ – стоимость ремонта 1-го км. ТС, $Q(j)$ – весовой коэффициент (вычисляется как отношение количества жителей, теплоснабжение которых находится в зависимости от состояния j -го участка, к общему числу жителей региона), $G(j)$ – объём товарной продукции (тыс. руб./сутки), выпускаемый юридическими лицами при нормальном теплоснабжении через j -й участок, T_j – период времени (в сутках), необходимый для ремонта j -го участка, $j = 1, \dots, M$, $P(i)$ – вероятность аварии на i -м участке ТС (может быть определена на основании статистических данных как отношение количества аварий за год (несколько лет) на участках данного периода эксплуатации к общему числу аварий на ТС региона), $K(i)$ – количество аварий 1 км. ветхих ТС, $S(i)$ – стоимость ликвидации 1-й аварии, $P(j)$ – вероятность аварии на j -м участке ТС подлежащих ремонту, $K(j)$ – количество аварий на 1 км. ТС, выработавших свой ресурс, $S(j)$ – стоимость ликвидации 1-й аварии, $q(i)$ – вероятность тяжелых последствий (размораживание ТС жилых массивов или производственных предприятий) аварий на i -м и j -м участках соответственно, $V(i)$

и $V(j)$ – затраты на ликвидацию последствий аварий, γ_j γ_j – принимают значение 0 или 1 (1 – при выполн. ремонта, 0 – в противном случае).

Сформулированная выше в исследовании и решенная нами задача определения оптимального перечня участков тепловых сетей выполнена автором на основе модифицированной нами модели оптимизации, позволяющей сформулировать критерии общественной оптимальности, сопоставить исходную, физическую, и оптимизируемую, или расчетную, модели решения задачи, выполнить оценку достижимости заданных оптимальных параметров.

Проверка адекватности предложенной модели была выполнена путем проведения расчетов по данным состояния ТС, находящихся в эксплуатации в Иркутскэнерго (табл. 2).

Таблица 2

Состояние тепловых сетей г. Иркутска (данные Иркутскэнерго)

№	Тип	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	Кол. поврежденных по г. Иркутску	303	217	378	543	586	576	567
2	Повреждения	280	193	369	499	545	570	544
3	Крупные аварии	7	5	9	5	4	6	23
4	Ликвидация (млн. руб.)	134,8	121,99	218,66	316,11	184,65	272	240

Полученные нами результаты позволяют утверждать следующее:

1. Если темп перекладки изношенных теплопроводов будет выполняться на уровне 2009 года – порядка 8,2 км/год, то протяженность изношенных тепловых сетей будет не только катастрофически расти и к 2020 году достигнет 974,3 км (72,1%), а к 2030 г. – 1146 км (87,8%), что, как следствие, приведет к еще большим потерям тепловой энергии в 2020 г. до 3,69 млн Гкал/год, а в 2030 г. до 4,5 млн Гкал/год.

2. Существенного снижения тепловых потерь можно достичь путем замены 100% изношенных сетей, выработавших свой ресурс. Для достижения такого результата к 2020 г. темп перекладки должен быть на уровне 73,15 км/год. Тогда в 2012 г. протяженность изношенных тепловых сетей составит 458,8 км (34,0%), к 2015 г. – 236,7 км (17,5%), а к 2020 г. изношенных тепловых сетей в распоряжении ОАО «Иркутскэнерго» не останется.

3. Для получения аналогичного результата по муниципальным ТС в год необходимо перекладывать 125,9 км/год.

4. Учитывая, что затраты на перекладку 1 км. ТС в среднем по стране составляют 15 млн руб. (для Сибири этот показатель выше на 20%) можно определить, что только на перекладку изношенных муниципальных сетей необходимо в год 1888,84 млн руб.

5. Если скорость перекладки ТС по Иркутску будет составлять 7,1 км/год (в соответствии с 2009 г.), то количество полностью изношенных сетей будет неуклонно расти.

Для существенного повышения надежности ТС Иркутска темп перекладки должен составляет 20,7 км/год на сумму 301,5 млн руб./год, что соизмеримо

с прямыми затратами на ликвидацию ежегодных аварий. В результате к 2023 г. сетей со 100% износа в городе практически не останется.

Экономико-математическая модель формирования программы капитального и текущего ремонта котельных

Для оценки экономической целесообразности ремонта нами разработана экономико-математическая модель.

Целевая функция ремонта совокупности i -х котельных, подлежащих реконструкции или капитальному ремонту, и j -х котельных, подлежащих текущему ремонту, чтобы минимизировать потери от аварий в тепловых сетях:

$$F_i = \sum_{i=1}^N \gamma_i \left((1 - K_i) \cdot c_i \cdot Q_i + G_i \cdot T_i \right) + \sum_{j=1}^M \gamma_j \left((1 - K_j) \cdot c_j \cdot Q_j + G_j \cdot T_j \right) - \\ - \sum_{i=1}^N (1 - \gamma_i) \cdot p_i \cdot (R_i \cdot S_i \cdot Q_i + G_i \cdot T_i) - \sum_{j=1}^M (1 - \gamma_j) \cdot p_j \cdot (G_j \cdot T_j + S_j \cdot R_j \cdot Q_j) - \\ - \sum_{i=1}^N (q_i \cdot V_i) \cdot (1 - \gamma_i) - \sum_{j=1}^M (q_j \cdot V_j) \cdot (1 - \gamma_j) \rightarrow \max(x_i; y_j), i = \overline{1, N}; j = \overline{1, M} \\ \begin{cases} x_i \geq 0, y_j \geq 0, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M} \\ \sum_{i=1}^N (\gamma_i \cdot c_i) + \sum_{j=1}^M (\gamma_j \cdot c_j) \leq V_{\text{бюдж.}} \end{cases}$$

(15)

где γ_i, γ_j – принимают значение 0 или 1 (1 – при выполн. ремонта, 0 – в противном случае), $C(i)$ – стоимость (цена, затраты) ремонта котельной, которая на 100% выработала свой ресурс и находится в ветхом предаварийном состоянии (величина $C(i)$ зависит как от установленной мощности котельной, так и от её местоположения), $Q(i)$ – весовой коэффициент, вычисляется как отношение количества жителей, теплоснабжение которых находится в зависимости от состояния i -й котельной, к общему числу жителей региона, $K(i)$ – коэффициент полезного действия (КПД), $G(i)$ – объём товарной продукции (тыс. руб./сутки) выпускаемый юридическими лицами при нормальном теплоснабжении от i -й котельной, T_i – период времени (в сутках) необходимый для ремонта (реконструкции) i -й котельной, $i = \overline{1, \dots, N}$; $C(j)$ – стоимость текущего ремонта j -й котельной, $Q(j)$ – весовой коэффициент (вычисляется как отношение количества жителей, теплоснабжение которых находится в зависимости от состояния j -й котельной, к общему числу жителей региона), $K(j)$ – коэффициент полезного действия (КПД), $G(j)$ – объём товарной продукции (тыс. руб./сутки), выпускаемый юридическими лицами при нормальном теплоснабжении от j -й котельной, T_j – период времени (в сутках), необходимый для ремонта j -й котельной, $j = \overline{1, \dots, M}$, $P(i)$ – вероятность аварии на i -й котельной (может быть определена на основании статистических данных как отношение количества аварий за год на котельных данного периода эксплуатации к общему числу аварий на котельных региона), $R(i)$ – количество аварий на данной котельной, $S(i)$ – стоимость ликвидации одной аварии, $P(j)$ – вероятность аварии на j -й котельной подлежащей

ремонт, $R(j)$ – количество аварий на данной котельной, $S(j)$ – стоимость ликвидации одной аварии, $q(i)$, $q(j)$ – вероятность тяжелых последствий (размораживание ТС жилых массивов или производственных предприятий) аварий на i -й и j -й котельных соответственно, $V(i)$ и $V(j)$ – затраты на ликвидацию последствий аварий, $V(\text{бюдж.})$ – сумма, предусмотренная в бюджетах всех собственников на реконструкцию и ремонт котельных.

Проверка адекватности предложенной нами модели была выполнена путем проведения числовых экспериментов по данным состояния ТС, находящихся в эксплуатации в Иркутскэнерго. Расчеты показывают, что реализация ремонтных работ даст общую экономию до 2020 года в размере 435 млн. руб.

4. Создание Энергопарка Иркутской области, как инновационного экономико-организационного механизма ускорения и оптимизации процессов модернизации теплоэнергетики.

Обеспечение системного управления ТЭК, как регионального уровня, так и уровня РФ в целом невозможно без формирования и реализации системы менеджмента для каждого энергетического объекта и всего регионального комплекса, элементом которого он является. В стране, вообще, и в Иркутской области, в частности, сформировано огромное количество программ федерального и регионального уровня развития ТЭК. Но, как правило, в них не ставится вопрос о необходимости разработки и реализации программ внедрения систем инновационного менеджмента.

Зачастую правильность выбора технических и технологических решений является основным фактором, обеспечивающим надежность работы системы теплоснабжения. Однако разветвленная структура управления не предусматривает восприятие системы теплоснабжения города или населенного пункта как единого механизма. Фактически отсутствует структура, которая способна технически грамотно проанализировать существующую ситуацию и правильно выбрать экономически взвешенные решения по модернизации и развитию всей системы теплоснабжения населенного пункта с учетом перспективы ее изменения и, главное, нести ответственность за последствия реализации такого решения.

Выполненный анализ эффективности использования энергии в Иркутской области свидетельствует о том, что она в регионе ниже на 15-20 %, чем в среднем по России и существенно ниже, чем в развитых капиталистических странах.

Практическая реализация системы стратегического развития ТЭК региона может состоять в создании Энергопарка Иркутской области.

Основными задачами Энергопарка должна стать:

- разработка и контроль реализации инновационной стратегии развития ТЭК Иркутской области;
- постановка задач, согласование и контроль реализации всех программ развития ТЭК;
- организация разработки региональных стандартов и регламентов, обеспечивающих осуществление производственных, технологических, бизнес процессов в соответствии с ISO 9001:2008.

Для решения указанных задач необходимо разработать систему, которая в первом приближении должна включать:

1. Методики (содержащие экономико-математические модели), определяющие алгоритмы разработки программ реформирования всех объектов тепловой энергетики: добычи и производство топлива, ремонта и модернизации источников (производителей) ТЭ: (ТЭЦ, котельных, электробойлерных, тепловых сетей), потребителей.

2. Методику (как региональный стандарт) выбора топлива для реформируемых котельных на основе формальной модели, учитывающей экономические, социальные, экологические и энергетические аспекты.

3. Методику модернизации котельных для обеспечения КПД на уровне 80-90% для выбранного топлива. Методика должна предусматривать использование инновационных технологий и оборудования по производству ТЭ.

4. Методику (стандарт) по замене (перекладке) изношенных тепловых сетей, элеваторных и тепловых узлов с использованием инновационных технологий и оборудования.

5. Разработаны инновационные модели модернизации теплоэнергетических объектов Иркутской области.

Инновационная модернизация объектов производства пара и горячей воды.

1. Основные положения перспективной политики теплоснабжения Иркутской области, обеспечивающей реализацию сформулированных выше принципов его развития и учитывающей существующее состояние и особенности энергетики территории (наличие крупных теплоснабжающих систем, не удовлетворяющих требованиям надежности и экологии, низкий технический уровень мелких ИТ, преобладание угля в топливном балансе, серьезные экологические проблемы в крупных городах, запущенность вопросов теплоснабжения мелких и средних городов), заключаются в следующем:

2. Предпочтительным стратегическим направлением развития теплоснабжения в регионах является теплофикация на базе сооружения экологически чистых ПГУ и ГТУ ТЭЦ малой и средней мощности на твердом и газовом топливе. Очень важной особенностью таких ПГУ ТЭЦ является эффективность их использования в неотапительный период, так как КПД производства электроэнергии по конденсационному циклу на этих ТЭЦ выше, чем на большинстве ГРЭС рассматриваемых регионов. Анализ состояния рынка оборудования в этой области показывает, что здесь имеются хорошие предпосылки для широкомасштабного внедрения таких установок в течение ближайших 4-5 лет. Окупаемость этих затрат наступает через 2-3 года.

3. Роль газа в преодолении негативных тенденций в ТЭК Иркутской области менее существенная, чем для страны в целом. Однако необходимо использовать возможности вовлечения в сферу теплоснабжения природного газа рентабельных нефтегазовых месторождений регионов. Наиболее эффективным является использование газа для мелких потребителей. Это позволит уменьшить число неэкономичных угольных котельных, а также обеспечить широкое

применение конденсационных отопительных котлов малой производительностью (0,1-5 Гкал/ч).

4. Использование древесных отходов для обеспечения тепловой энергией объектов лесозаготовительной и лесоперерабатывающей промышленности региона может реально вытеснять завозимое на эти объекты главным образом, жидкое топливо.

Повышение надежности работоспособности котельных и тепловых сетей.

1. Борьба с коррозией и накипеобразованием в системах теплоснабжения.

В борьбе с коррозией необходимо применять «метод термодинамической воды». Он основан на использовании композиционного состава СОТ-2000.

Результаты испытаний выявили высокую эффективность метода термодинамической активации. В частности, обеспечено:

- полное удаление накипных и коррозионных отложений с поверхностей нагревательных элементов и труб;
- устойчивое предотвращение накипеобразования и коррозии;
- сокращение расхода топлива на 15-20 %;
- увеличение в 1,5-2 раза срока службы теплообменных аппаратов и труб;
- уменьшение газовых выбросов в атмосферу и отходов (зола, шлаки);
- улучшение качества вырабатываемого в котлах пара, горячей воды.

2. Снижение рисков работоспособности тепловых сетей.

Для обеспечения противоаварийной защиты гидросетей необходимо использовать инновационную технологию защиты трубопроводов и оборудования – стабилизаторы давления (СД).

Применение стабилизаторов давления позволяет:

- снизить общую аварийность коммуникаций и оборудования на 60-80%;
- значительно сократить затраты на ликвидацию аварий (включая затраты на ликвидацию экологических и социальных последствий, а также потери от вынужденного простоя основного производственного оборудования);
- увеличить коррозионно-усталостную долговечность трубопроводов в 10 и более раз (продлевает срок службы даже изношенных трубопроводов в 1,5-2 раза);
- осуществлять замену изношенных трубопроводных систем в планово-предупредительном режиме (что в 3-4 раза дешевле, чем экстренная замена);
- уменьшить эксплуатационные затраты на 25-30%.

Характеризуются отсутствием потерь рабочей среды СД, окупаются в первые 6-8 месяцев эксплуатации.

3. Применение трубопроводов тепловых сетей в пенополиуретановой изоляции.

В последнее время широкое распространение при прокладке новых тепловых сетей и замене существующих получили трубы с пенополиуретановой теплоизоляцией. Рабочий ресурс таких труб – до 50 лет, а потери тепловой

энергии в 2 раза ниже, чем в трубопроводах с традиционной конструкцией теплоизоляционного слоя

4. Управление рисками технологических процессов распределения и транспортировки тепловой энергии.

Основная производственная задача эксплуатации тепловых сетей (обеспечение надежного, бесперебойного теплоснабжения потребителей с заданными технологическими параметрами) не может быть успешно решена без разработки и создания АСУ технологических процессов транспортировки и распределения тепловой энергии между потребителями.

Важной информационной составляющей мониторинга являются результаты коррозионных обследований зон залегания тепловых сетей. Эта работа позволяет не только оценить коррозионную опасность на наружных поверхностях трубопроводов, но и определить территориальное расположение источников вредного по отношению к тепловым сетям электрохимического влияния. При коррозионных обследованиях, также, оценивается эффективность действия существующей системы ЭХЗ, а при использовании методов математического моделирования определяется оптимальное расположение и конфигурация контуров анодного заземления для строительства установок ЭХЗ на трубопроводах тепловых сетей после реконструкции.

Важнейшим компонентом мониторинга состояния тепловых сетей является систематизация эксплуатационной информации.

Система мониторинга – это, по существу, программная оболочка на основе цифровой пространственной модели, позволяющая работать с информацией по всем базам данных, относящимся к тепловой сети, и представлять ее в виде, удобном для просмотра, восприятия, моделирования развития рисков, разработки оптимальных программ ремонта и модернизации как сети в целом, так и отдельных объектов.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в ведущих научных изданиях и журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ

1. Черняк И.С. Проблемы топливно-энергетического комплекса региона / И.С. Черняк, М.И. Щадов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2006. – № 2 (26). – С. 150-152. (0,2 п.л.).

2. Черняк И.С. Проблемы обеспечения энергетической безопасности России и Иркутской области / И.С. Черняк // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2006. – № 2 (47). – С. 37-38. (0,15 п.л.).

3. Черняк И.С. Экономия, бережливость ТЭК региона / И.С. Черняк // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2006. – № 3 (27). – С. 183. (0,1 п.л.).

4. Черняк И.С. Проблемы энергосбережения и теплоснабжения Иркутска / И.С. Черняк // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2007. – № 1. – С. 29-30. (0,15 п.л.).

5. Черняк И.С. Инновационный подход к разработке программы реконструкции и развития тепловой энергетики Иркутской области// / И.С. Черняк, М.А. Семенов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2008. – № 2 (34). – С. 78-86. (0,5 п.л.).

6. Черняк И.С. Состояние объектов тепловой энергетики Иркутской области и г. Иркутска / И.С. Черняк, М.А. Семенов // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2008.– № 3 (59).–С. 37-40. (0,25 п.л.).

7. Черняк И.С. Вопросы региональной системы производства, распределения и реализации тепловой энергии на основе принципов менеджмента качества / И.С. Черняк [и др.] // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2010.– № 6 (74).– С. 54-58. (0,6 п.л.).

8. Черняк И.С. Проблемы теплообеспечения Иркутской области / И.С. Черняк, М.А. Семенов // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2007.– № 4 (54).– С 83-87. (0,6 п.л.).

9. Черняк И.С. Состояние, проблемы объектов и инвестиции в тепловой энергетике Иркутской области / И.С. Черняк, М.А. Семенов // Вестник экономической интеграции.– 2009. – № 1 (11).– С 93-101. (0,9 п.л.).

10. Черняк И.С. Инновационная модель и методика формирования системы управления качеством объектов тепловой энергетики / И.С. Черняк [и др.] // Вестник экономической интеграции. – 2010. – № 5 (25). – С. 149-156. (0,5 п.л.).

Статьи, опубликованные в других изданиях

11. Черняк И.С. Инновационные планы области. Проблемы развития экономики и предпринимательства/ И.С. Черняк // Материалы четвертой межрегион. науч.-практ. конференции (22-24 марта 2006 г.).– Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. – С. 59-60. (0,2 п.л.).

12. Семенов М.А. Теплообеспечение Иркутской области: уголь и газ / И.С. Черняк, М.А. Семенов // Вестник Иркутского регионального отделения академии высшей школы России. – 2007. –№ 2 (12). – С. 95-99. (0,4 п.л.).

13. Черняк И.С. Ремонт объектов региональной и г. Иркутска тепловой энергетики с использованием экономико-математических методов линейного программирования / И.С. Черняк, М.А. Семенов // Сборник научных трудов. Проблемы развития экономики и предпринимательства. Материалы шестой всероссийской науч.-практ. конференции «Проблемы развития экономики и предпринимательства» (19-21 марта 2008 г.) Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008.– С. 95-104. (0,7 п.л.).

14. Черняк И.С.Ремонт объектов тепловой энергии с использованием экономико-математических моделей линейного программирования. Проблемы земной цивилизации / И.С. Черняк, М.А. Семенов // Сборник статей «Поиск решения проблем выживания, безопасности и развития Земной цивилизации. Иркутск, 2008.– Выпуск 19. – С. 153-163. (0,8 п.л.).

15. Черняк И.С. Проблемы топливно-энергетического комплекса Иркутской области / И.С. Черняк, М.А. Семенов // Вестник Иркутского регионального отделения академии высшей школы России.–2008.– № 1 (13).– С. 64-68. (0,4 п.л.).

16. Черняк И.С. Экономия и бережливость – проблемы энерготеплосбережения / И.С. Черняк // Вестник Иркутского регионального отделения академии наук высшей школы России.–2010.– № 2 (17).– С. 86-94. (0,6 п.л.).

17. Черняк И.С. Энергосбережение-экономика и бережливость. Проблемы Земной цивилизации / И.С. Черняк // Сборник статей. Поиск решения проблем выживания и безопасности развития цивилизации в условиях современной глобализации.– Иркутск, 2009.– Выпуск 24.– С. 99-105. (0,5 п.л.).

18. Черняк И.С. Кризис-логистика и теплообеспечение. Проблемы развития экономики и предпринимательства / И.С. Черняк // Материалы седьмой всероссийской науч.-практ. конференции «Проблемы развития экономики и предпринимательства» (25-27 марта 2009г.).– Иркутск, 2009.– С. 110-113. (0,3 п.л.).

19. Черняк И.С. Реализация развития тепловых сетей региона на принципах управления качеством и рисками. Особенности инновационного развития / И.С. Черняк // Материалы Всероссийской науч.-практ. конференции.– Иркутск, 2001. – С 74-81. (0,15 п.л.).



Подписано в печать 16.01.2012. Формат 60 x 90 / 16.
Бумага офсетная. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 1,25.
Тираж 120 экз. Зак. 5к.

Лицензия ИД № 06506 от 26.12.2001
Иркутский государственный технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

102